

エネルギー・環境領域の将来開発 ～イムラ・ジャパンの研究活動について～

1. はじめに

イムラ・ジャパン株式会社は、アイシングループの日本にある3つの研究法人（イムラ材料開発研究所、旧イムラ・ジャパン、アイシン・コスモス研究所）が、2021年4月に統合され、現在のイムラ・ジャパンとなりました。

アイシングループの研究法人は、豊田稔氏がその理念である「サイエンスとテクノロジーの調和の取れた発展を通して人類に貢献する」ことを実現すべく、1990年代初頭に設立されました。（前述の3社以外に、イムラアメリカ、イムラヨーロッパが設立されました。）

イムラ・ジャパンは、エネルギー・環境領域を中心に、現在もその理念に沿った研究開発を続けています。

2. 今までの研究成果

アイシン・コスモス研究所は、その前身の第二技術開発研究所の時代から、エネルギー関連商品の研究開発をしてきました。

国の補助金で実施された「ムーンライト計画」をバックに開発された、ガスエンジンヒートポンプ（GHP）は、第二技術開発研究所時代の開発品で、現在もエネルギー事業の柱となっています。

アイシン・コスモス研究所時代には、コージェネレーションの基礎研究を実施し、現在のガスエンジン・コージェネレーションや燃料電池コージェネレーションの基礎を築きました。熱電半導体（ペルチェ素子）や、スターリング冷凍機も、成果の一つです。



図1 GHP



図2 スターリング冷凍機

また、1990年代にはバイオテクノロジーの研究にも重点を置き、人工心臓や遺伝子解析装置などの商品化にも貢献しました。

旧イムラ・ジャパンは、1991年に、常温核融合を研究する目的で、札幌に設立されました。その後、サイエンスに立脚したバイオとケミカルの基礎研究を進めてきました。メカノケミカルを利用したバイオプラスチックの研究は現在、アイシンに移管され実用化開発が進められています。

イムラ材料開発研究所は、設立以来、一貫して基礎材料の研究開発を進めてきており、特に超電導材料の研究開発では世界トップレベルの成果を出しており、小型NMR向けバルク材料は、現在、アイシンにて実用化開発が進められています。



図3 遺伝子解析装置



図4 小型NMR

3. 将来を期待される研究

3.1 ペロブスカイト型太陽電池の研究

ペロブスカイト型太陽電池は、ポストシリコン太陽電池の第1候補として期待されている新型の太陽電池です。

ペロブスカイト型の結晶構造を持つ、有機無機複合材料が光で電子を励起する現象を利用したもので、桐蔭横浜大学の宮坂教授が発見した、日本発の太陽電池です。

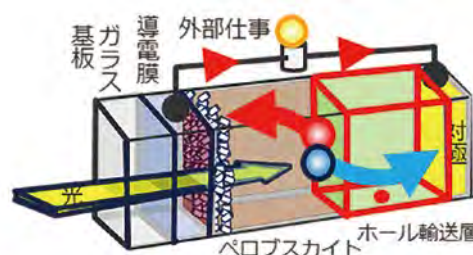


図5 ペロブスカイト型太陽電池の発電原理

製造時に必要なエネルギーが少ない、原材料のほとんどが日本で調達できる、といった製造上の利点がある他、軽量で曲げることができることから、従来のシリコン太陽電池では設置できなかったところへの応用・設置が期待されています。さらに、特殊な工法を使用することなく薄膜で形成されることから、低コスト化も期待されています。

イムラ・ジャパンでは、アイシン・コスモス研究所時代の2014年から基礎研究を続けてきました。

イムラ・ジャパンの特徴は、インドのハイデラバードに拠点(ラボ)を持っていることです。インドは数学やITだけでなく、有機合成にも秀でており、イムラ・ジャパンのインド拠点でも、ペロブスカイト型太陽電池に使用する種々の高効率・低コストな有機化合物を創出しています。

また、半導体理論に基づき、各部位のエネルギー準位を制御する「界面制御」方法を見出し、発電効率を向上させました。

現在までに、ミニセル(10mm角)サイズですが、発電効率23%で耐久性10年という世界トップレベルの成果を出しています。

なお、本研究は2021年に一部アイシンへ移管し、国のGI基金(NEDOプロ)を受託し実用化開発を進めています。



図6 実用化サイズのペロブスカイト太陽電池

イムラ・ジャパンでは、引き続き性能向上、耐久性向上、低コスト化に向けた要素技術の研究を進めており、アイシンの実用化開発に貢献しています。

3.2 次世代SOFC(燃料電池)の研究

アイシンは2012年から家庭用燃料電池コージェネレーションの製造、販売をしています。アイシンの燃料電池は、高温(約700℃)で作動し効率が高い(発電効率53%)ことが特徴のSOFC(固体酸化物型燃料電池)タイプです。

イムラ・ジャパンでは、このSOFCをさらに高効率でかつ低コストにするための研究開発を行っています。

現在実用化されているSOFCのセルは、全てがセラミックで作られており、非常に脆いため、機械強度を保つ

ために厚くなりコストが高くなるという課題を持っています。

イムラ・ジャパンでは、金属平板の上に薄膜でセラミックを形成する、メタルサポート型セルの研究開発をしています。セラミックを薄膜にすることで低コスト化が可能になります。

この技術のポイントは、通常1500℃でしか焼結できないセラミックを、金属の耐熱温度である1100℃で焼結する、低温焼結技術を実現することです。イムラ・ジャパンでは、独自のナノ粒子とゾルゲルを組み合わせる方法で、低温焼結を実現しようとチャレンジしています。



図7 メタルサポート型セル

また、更なる高効率化を目的に、新たな電解質を用いたプロトン電導型にもチャレンジしています。これが実現できれば、発電効率は、現在の53%から60%以上へ向上でき、コージェネレーション以外の用途、例えば水素製造(SOEC)やモビリティ(レンジエクステンダー)への応用の可能性も広がっていきます。

3.3 室温超電導材料の研究

前述のように、イムラ材料開発研究所の時代から、室温超電導の研究を続けてきました。

室温超電導材料が創出され、超電導モータなどの応用商品が実用化されれば、究極の省エネルギー技術が実現され、世界のエネルギー問題の解決に大きく貢献することができます。

イムラ材料開発研究所時代には、鉄系の新規材料で、 T_c (超電導になる温度)125Kの超電導材料を創出しました。これは、当時としては世界トップレベルの成果でした。

現在、イムラ・ジャパンでは、新たな発想による超電導温度の向上(室温超電導材の創出)に取り組んでいます。

まず、材料の組成面では、「磁気揺らぎ」と「常圧安定化」に着眼しています。さらに、手法面では、「コンビナトリウム手法」と「機械学習」に着眼しています。これらは、従来の超電導の研究ではあまり取り扱われてこなかった

もので、イムラ・ジャパンでは、これらの手法を組み合わせることで、飛躍的な超電導温度の向上を目指しています。

また、応用商品の検討も引き続き実施しており、特に超電導モータについては、自動車メーカーからの依頼もあり、実用化に向けて磁気設計・小型化設計などに取り組んでいます。

超電導ステータ



図8 超電導モータ試作品

3.4 バイオ技術を活用したCO₂削減技術の研究

アイシン・コスモス研究所および旧イムラ・ジャパンは、長年にわたり、バイオ技術の研究をしてきました。特に、ゲノム編集や酵素改変の技術に特徴があります。

現在は、その技術をカーボンマイナスに応用する研究開発を進めています。

その一例が、植物の成長促進です。多くの植物は、ある程度成長期が経過すると子孫を残すために出穂し種子をつけます。イムラ・ジャパンでは出穂するゲノムをノックアウトすることで成長期を継続させ、成長をさらに促進してより多くの二酸化炭素を吸収させることにチャレンジしています。

ターゲット植物には、オギとススキの交配種であるジャイアントミスカンサスを選定しています。ジャイアントミスカンサスは植物の中では二酸化炭素の吸収量が最大級で、より多くの二酸化炭素を吸収できる可能性があります。また、種子による拡散をしない種類なので、ゲノム編集による生態系破壊の心配がありません。

イムラ・ジャパンでは、大きく育ったジャイアントミスカンサスの用途についても検討を進めています。バイオエタノールなどの液体燃料をはじめ、建材などの用途を考えています。



図9 ジャイアントミスカンサス

バイオ技術は、地球に優しいクリーンな技術です。植物の成長促進だけでなく、バクテリアや酵素による有用物質の創出など、カーボンニュートラルだけでなくサーキュラーエコノミー的な研究も進めています。

4. イムラ・ジャパンの今後の役割と使命

近年、地球環境が大きな課題として再認識されてきており、カーボンニュートラルな世界実現への意識改革も急速に進んできました。

私たちは「快適さ」を追求するあまり、「地球環境破壊」という大きな代償を払ってきました。しかし、これからは人類の子孫のために、「快適性」と「地球環境保護」の両立がますます重要な時代になってきます。

これを実現するのは、「高い技術力」であり、さらに研究者一人一人の意識と考えています。

この認識をしっかりと持ち、イムラ・ジャパンがこれまでに培ってきた「エネルギー・バイオ・ケミカル」の技術で、「カーボンニュートラル」でかつ、「安心で快適な」世界の、サステナブルな発展に寄与することがイムラ・ジャパンの使命であると考えています。

5. おわりに

昨今、日本の基礎研究の衰退が危惧されてきています。企業の中央研究所の閉鎖をはじめ、大学や研究機関への補助金の減少など、基礎研究を進める環境に大きな変化が起こっています。

しかしながら、新たなイノベーションを起こすためには「サイエンスに立脚した」研究開発が大切であり、これはまさに豊田稔氏の理念に通じるものであると思います。

また、ノーベル賞を受賞された本庶佑氏は、その講演の中で、「早急に成果を求めない」そんな世界を望みます」と語っています。

私も、イムラ・ジャパンの社長として、豊田稔氏の理念と、本庶佑氏の教えを忘れることなく、世の中に貢献できる研究開発を推進していきます。

筆 者



田内 比登志

イムラ・ジャパン株式会社
取締役社長